

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 6月26日

出 願 番 号

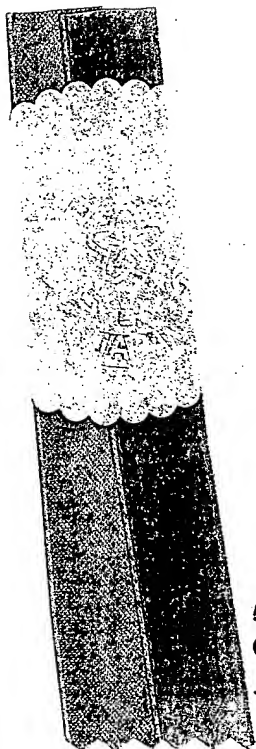
Application Number:

特願2001-192860

出 願 人

Applicant(s):

三菱電機株式会社

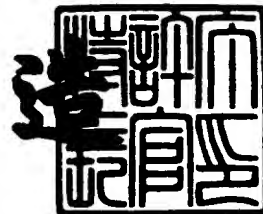


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3064629

【書類名】 特許願

【整理番号】 531732JP01

【提出日】 平成13年 6月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/455

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
 社内

 【氏名】 錦戸 理

【特許出願人】

 【識別番号】 000006013

 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100089118

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 036711

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9803092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 AM復調器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、

前記入力信号を $2n$ 乗 ($n = 1, 2, 3, \dots$) する第1の乗算手段と、

前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、

前記位相ロックループを構成するとともに、前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう位相制御手段と、

前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、

前記検出信号に応じて前記位相ロックループをリセットするスイッチング手段と、

を備えたことを特徴とするAM復調器。

【請求項 2】 AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、

前記入力信号を $2n$ 乗 ($n = 1, 2, 3, \dots$) する第1の乗算手段と、

前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、

前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう第1の位相制御手段と、

前記入力信号と前記電圧制御発振器から出力された信号とを用いて位相制御をおこなう第2の位相制御手段と、

前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、

前記検出信号に応じて、前記第1の位相制御手段から出力される信号と前記第2の位相制御手段から出力される信号のいずれか一方のみを選択して、前記電圧

制御発振器を制御する信号を生成するためのフィルタ手段に与える選択手段と、
を備えたことを特徴とするAM復調器。

【請求項3】 AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、

前記入力信号を $2n$ 乗 ($n=1, 2, 3, \dots$) する第1の乗算手段と、

前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、

前記位相ロックループを構成するとともに、前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう第1の位相制御手段と、

前記入力信号と前記電圧制御発振器から出力された信号とを用いて位相制御をおこなう第2の位相制御手段と、

前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、

前記検出信号に応じて、前記第2の位相制御手段から出力された信号を、前記電圧制御発振器を制御する信号を生成するためのフィルタ手段に与えるスイッチング手段と、

を備えたことを特徴とするAM復調器。

【請求項4】 前記入力信号から位相差が 90° となる2つの信号を生成する第1の位相シフト手段と、

前記電圧制御発振器から出力された信号から位相差が 90° となる2つの信号を生成する第2の位相シフト手段と、

を備え、

前記第1の乗算手段は、前記第1の位相シフト手段によって生成された2つの信号同士を乗算し、

前記第2の乗算手段は、前記第2の位相シフト手段によって生成された2つの信号同士を乗算することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載のAM復調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、PLL (Phase Locked Loop) を用いたAM復調器に関し、特に過変調時の入力信号に対しても安定な検波出力を得ることができるAM (Amplitude Modulation: 振幅変調) 復調器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図10は、従来のAM復調器の一例の概略構成を示すブロック図である。図10において、従来のAM復調器は、AM検波回路1と、自動位相制御 (Automatic Phase Control: APC) 検波回路2と、APCフィルタ3と、位相シフト回路4および5と、電圧制御発振器 (VCO) 6と、低域通過フィルタ7とを備えて構成される。

【0003】

以下に、図10に示す従来のAM復調器の動作について説明する。まず、AM変調された入力信号はAM検波回路1に入力される。AM検波回路1は、この入力信号と位相シフト回路4から出力された信号とを入力し、入力した両信号を乗算した結果を出力する。ここで、位相シフト回路4は、電圧制御発振器 (VCO) 6から出力された信号を入力し、入力した信号の位相を $+45^\circ$ シフトさせる回路である。AM検波回路1から出力された信号は、低域通過フィルタ7によって高調波成分がカットされ、検波出力として出力される。

【0004】

また、VCO6は、APCフィルタ3から出力された制御電圧を入力し、入力した制御電圧に応じた発振周波数の信号を出力する。また、APCフィルタ3は、APC検波回路2から出力された信号を平滑して直流電圧に変換する。APC検波回路2は、上記した入力信号と位相シフト回路5から出力された信号とを入力し、入力した両信号の位相を比較して、その差分を示す信号を出力する。ここで、位相シフト回路5は、VCO6から出力された信号を入力し、入力した信号の位相を -45° シフトさせる回路である。すなわち、APC検波回路2、AP

Cフィルタ3、位相シフト回路5およびVCO6は、PLLを構成し、入力信号の搬送波に同期した検波信号を生成する。

【0005】

特に、このPLLにおいて、上記PLLによって生成された検波信号、すなわちAM検波回路1に入力される一方の信号は、入力信号の搬送波と同じ周波数かつ同じ位相となる。これによって、AM検波回路1は、入力信号から上記検波信号に同期した信号を取り出すことができ、取り出された信号は低域通過フィルタ7によって、被変調波、すなわち検波出力として出力される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

テレビジョン放送等は、放送局によっては、正規の変調度で送信されずに100%を超える変調度で送信される場合がある。しかしながら、上記AM復調器において、この過変調時の入力信号を入力した際に、検波出力が反転してしまうという現象が起こる。

【0007】

以下にこの現象について説明する。図11は、過変調時に生じる出力の反転を説明するための説明図である。図11において、搬送波の中心（図中破線）よりも下側の波形検波をおこなうものとする。図11(a)に示すように、過変調期間Tでは、被変調波の振幅が搬送波の振幅よりも大きくなるため、搬送波の中心を越えた位置に被変調波のピーク100が位置する。すなわち、AM復調器において、図11(a)に示す入力信号に対して、理想的には、同図(b)に示すような包絡線が検波出力として出力されなければならない。

【0008】

ところが、過変調期間Tでは、入力信号の搬送波の位相が 180° ずれるため、AM復調器においても、APC検波回路2に入力される2つの信号の位相関係は元の状態より 180° ずれてしまう。APC検波回路2は、この 180° の位相変化に追従しようと、元の位相関係に戻るようVCO6を制御するために、結果的に入力信号の搬送波とVCO6の出力を $+45^\circ$ シフトさせた信号もまた 180° ずれてしまうことになる。

【0009】

換言すれば、従来のAM復調器では、上記した位相変化に追従するため、PLLによって所望の位相関係から 180° ずれた位相の検波信号を生成し、この検波信号を用いた検波をおこなう結果、図11(c)に示すように、図11(a)の過変調期間Tのピーク100に対して反転した位置のピーク101を検波出力として出力してしまう。

【0010】

従来は、この現象を防ぐために、過変調時にPLL制御を停止させる手段を設けたり、PLL制御速度を遅くして過変調による位相変化には追従しないようにするなどの対策が取られていた。ところが、これら対策では、過変調時にAPC検波回路2による動作はほとんど機能しなくなり、過変調時の安定性が悪くなるという問題を有していた。

【0011】

この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、過変調時の入力信号に対しても、APC検波回路2による動作を停止させることなく、検波出力の反転が起こらないAM復調器を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかるAM復調器にあっては、AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、前記入力信号を $2n$ 乗（ $n=1, 2, 3, \dots$ ）する第1の乗算手段と、前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、前記位相ロックループを構成するとともに、前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう位相制御手段と、前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、前記検出信号に応じて前記位相ロックループをリセットするスイッチング手段と、を備えたことを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、AM復調器に過変調の入力信号が入力されることで、入力信号の位相または電圧制御発振器から出力される信号の位相が 180° ずれた場合であっても、位相制御手段において比較される二つの信号をそれぞれ $2n$ 乗することによって、位相が反転しない検波信号を生成することができ、さらに、検波された信号が過変調を示す所定範囲内の電位である場合に位相ロックループをリセットさせることができる。

【 0 0 1 4 】

つぎの発明にかかるAM復調器にあつては、AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、前記入力信号を $2n$ 乗($n=1, 2, 3, \dots$)する第1の乗算手段と、前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう第1の位相制御手段と、前記入力信号と前記電圧制御発振器から出力された信号とを用いて位相制御をおこなう第2の位相制御手段と、前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、前記検出信号に応じて、前記第1の位相制御手段から出力される信号と前記第2の位相制御手段から出力される信号のいずれか一方のみを選択して、前記電圧制御発振器を制御する信号を生成するためのフィルタ手段に与える選択手段と、を備えたことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

この発明によれば、AM復調器に過変調の入力信号が入力されることで、入力信号の位相または電圧制御発振器から出力される信号の位相が 180° ずれた場合であっても、第1の位相制御手段において比較される二つの信号をそれぞれ $2n$ 乗することによって位相が反転しない検波信号を生成することができ、さらに、検波された信号が過変調を示す所定範囲内の電位である場合に、第2の位相制御手段による位相ロックループに切り換えることができる。

【 0 0 1 6 】

つぎの発明にかかるAM復調器にあつては、AM変調によって伝送された入力信号を位相ロックループにより生成された検波信号を用いて復調するAM復調器において、前記入力信号を $2n$ 乗($n=1, 2, 3, \dots$)する第1の乗算手段と、前記位相ロックループを構成する電圧制御発振器から出力された信号を $2n$ 乗する第2の乗算手段と、前記位相ロックループを構成するとともに、前記第1の乗算手段によって乗算された信号と前記第2の乗算手段によって乗算された信号とを用いて位相制御をおこなう第1の位相制御手段と、前記入力信号と前記電圧制御発振器から出力された信号とを用いて位相制御をおこなう第2の位相制御手段と、前記検波信号によるAM検波によって得られた信号が、所定の振幅レベルに対して所定の大小関係を示した際に検出信号を出力する検出手段と、前記検出信号に応じて、前記第2の位相制御手段から出力された信号を、前記電圧制御発振器を制御する信号を生成するためのフィルタ手段に与えるスイッチング手段と、を備えたことを特徴としている。

【0017】

この発明によれば、AM復調器に過変調の入力信号が入力されることで、入力信号の位相または電圧制御発振器から出力される信号の位相が 180° ずれた場合であっても、第1の位相制御手段において比較される二つの信号をそれぞれ $2n$ 乗することによって位相が反転しない検波信号を生成することができ、さらに、検波された信号が過変調を示す所定範囲内の電位である場合に、第1の位相制御手段による位相ロックループを維持したまま、第2の位相制御手段による位相ロックループに切り換えることができる。

【0018】

つぎの発明にかかるAM復調器にあつては、上記発明において、前記入力信号から位相差が 90° となる2つの信号を生成する第1の位相シフト手段と、前記電圧制御発振器から出力された信号から位相差が 90° となる2つの信号を生成する第2の位相シフト手段と、を備え、前記第1の乗算手段は、前記第1の位相シフト手段によって生成された2つの信号同士を乗算し、前記第2の乗算手段は、前記第2の位相シフト手段によって生成された2つの信号同士を乗算することを特徴としている。

【0019】

この発明によれば、乗算することによって生じる直流成分を排除することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明にかかるAM復調器の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0021】

実施の形態1.

まず、実施の形態1にかかるAM復調器について説明する。実施の形態1にかかるAM復調器は、APC検波回路において比較される二つの信号をそれぞれ2乗することによって、入力信号の位相またはVCOから出力される信号の位相が 180° ずれた場合であってもAPC検波回路の比較結果にその位相ずれの影響を与えない点と、AM検波回路によって検波された信号が過変調を示す所定の電位以上である場合にPLLの動作をリセットさせることを特徴としている。

【0022】

図1は、実施の形態1にかかるAM復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図1において、図10と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図1において、図10と異なるのは、VCO6とAM検波回路1との間に介在していた位相シフト回路4をAPC検波回路2の入力の前段に配置するとともに、入力信号を2乗して位相シフト回路4へと出力する乗算器8と、VCO6から出力される信号を2乗して位相シフト回路5へと出力する乗算器9と、AM検波回路1から出力される検波結果と所定の電圧レベルを比較する電圧比較器10と、電圧比較器10から出力される比較結果に応じてパルスを発生するパルス発生器11と、パルス発生器11から出力されたパルスに応じてPLLのループを遮断するスイッチ12とを設けた点である。

【0023】

特に図1に示すAM復調器では、APC検波回路2、APCフィルタ3、位相シフト回路4および5、VCO6、乗算器8および9によって、PLL回路30

が構成される。

【0024】

以下に、図1に示したAM復調器の動作について説明する。まず、AM変調された入力信号は、AM検波回路1に入力されるとともに、PLL回路30を構成する乗算器8に入力される。乗算器8は、2つの入力端子に入力された信号同士を乗算して出力する手段であるが、ここでは、その2つの入力端子の双方に上記入力信号が入力される端子を接続することで、入力信号を2乗した結果を出力する。

【0025】

ここで、入力信号を2乗することによる効果について説明する。一般に、 $\cos A$ で表わされる信号を2乗する演算式においては、

$$\begin{aligned} & \cos A \times \cos A \\ &= \cos(A + 180^\circ) \times \cos(A + 180^\circ) \\ &= (\cos 2A + 1) / 2 \end{aligned}$$

の関係が成り立つ。

【0026】

すなわち、信号 $\cos A$ とその信号よりも位相が 180° ずれた信号 $\cos(A + 180^\circ)$ については、2乗した結果がともに、周波数が2倍になった同位相($2A$)の式で表わすことができる。換言すれば、ある位相の信号とその信号よりも 180° 位相のずれた信号との間においては、2乗することによって、 180° の位相ずれによる違いを無視することができる。

【0027】

これは、過変調時に入力信号が 180° ずれたとしても2乗した後の信号の位相は変わらないことを意味する。すなわち、図1において、乗算器8から出力された信号は、入力信号が過変調によって 180° 位相のずれている場合であっても、 180° 位相のずれていない場合と同じ信号となる。

【0028】

一方、VCO6から出力された信号は、乗算器9に入力される。乗算器9もまた、乗算器8と同様に2つの入力端子に入力された信号同士を乗算して出力する

手段であるが、ここでは、その2つの入力端子の双方にVCO6の出力端子を接続することで、VCO6から出力された信号を2乗し、その結果を出力する。

【0029】

乗算器8から出力された信号は、位相シフト回路4によって+45°位相がシフトされてAPC検波回路2に入力される。また、乗算器9から出力された信号は、位相シフト回路5によって-45°位相がシフトされてAPC検波回路2に入力される。そして、APC検波回路2、APCフィルタ3およびVCO6は、従来どおりのPLL動作をおこなう。結局、図1に示すPLL回路30においては、APC検波回路2に入力される一方の信号、すなわち、位相シフト回路4から出力される信号と、APC検波回路2に入力される他方の信号、すなわち、位相シフト回路5から出力される信号との位相関係が-90°ずれるように、かつ、双方の信号が同じ周波数となるように、VCO6が制御される。

【0030】

よって、AM復調器が過変調の入力信号を入力している期間でも、APC検波回路2はそのままの状態を保つことになる。すなわち、VCO6から出力されてAM検波回路1に入力される検波信号は、過変調の入力信号が入力された場合でも、位相の反転はおこらない。

【0031】

ところが、このように、PLL回路30で生成される検波信号が180°位相の反転がおこらないにしても、AM検波回路1に入力される入力信号が過変調である場合には、その入力信号の搬送波の位相は180°反転しているため、結局、AM検波回路1に入力される双方の信号間において、0°または180°の位相差が生じることになる。特に、180°の位相差が生じている場合には、検波出力が理想の出力に対して反転した状態でロックがかかる可能性がある。

【0032】

以下に、この現象について説明する。まず、AM変調された入力信号(vam)は、通常、

$$v_{am} = \{V_c + V_s \times \cos \{\omega_s \times t\}\} \times \cos \{\omega_c \times t\}$$

と表わされる。ここで、 $V_c \times \cos \{\omega_c \times t\}$ は搬送波を表わし、 $V_s \times c$

$\cos \{\omega_s \times t\}$ は、被変調波である信号波を表わす。

【0033】

そして、AM復調器では、この入力信号 v_{am} に対し、搬送波と同位相の検波信号 $V_0 \times \cos \{\omega_c \times t\}$ を乗じることにより検波する。この乗算によってAM検波回路1の出力 v_{out} は、

$$v_{out} = V_0 \times V_c / 2 + V_0 \times V_s \times \cos \{\omega_s \times t\} / 2 + \{V_c + V_s \times \cos \{\omega_s \times t\}\} \times \cos \{2 \times \omega_c \times t\} / 2$$

となる。

【0034】

一方、位相差 180° の入力信号 v_{am}' に対して、上記同様の検波信号 $V_0 \times \cos \{\omega_c \times t\}$ を用いて検波した場合、AM検波回路1の出力 v_{out}' は、

$$v_{out}' = -v_{out}$$

となる。

【0035】

このように、位相差 0° の入力信号か位相差 180° の入力信号かのいずれに対してPLLをロックするかによって、AM検波回路1から出力される信号は、上下反転してしまう。図2は、実施の形態1にかかるAM復調器において、AM検波回路1から出力される信号を説明するための説明図である。図2(a)に示す入力信号が、過変調によって反転を起こしていない状態、すなわち位相差 0° の信号である場合には、その入力信号は、同じ位相の検波信号で検波され、同図(b)に示すように、無信号電位よりも高い部分が検波波形として出力される。

【0036】

逆に、図2(a)に示す入力信号が、過変調によって反転を起こしている状態、すなわち位相差 180° の信号である場合には、その入力信号は、反転した位相の検波信号で検波されることになり、同図(c)に示すように、無信号電位よりも低い部分が検波波形として出力される。

【0037】

このように、PLL回路30では、VCO6から出力される信号、すなわち検

波信号がPLL回路30によってロックされる点が入力信号に対して同位相の場合と 180° ずれた場合の2通り存在するために、検波された結果が目的の信号波に対して反転してしまう可能性がある。これを防ぐために実施の形態1では、AM復調器の構成要素として、電圧比較器10、パルス発生器11およびスイッチ12を設けている。以下に、これら構成要素の動作について説明する。

【0038】

まず、AM復調器において、無信号電位よりも下側の波形を検波する場合、すなわち、入力信号に対して位相が 180° ずれた検波信号を用いて検波する場合を考える。すなわち、検波した結果が反転している状態は、図2(b)に示すように、無信号電位よりも高い電位側に反転した波形となる。

【0039】

そこで、電圧比較器10の非反転入力端子にAM検波回路1から出力された信号を入力し、電圧比較器10について、入力された信号が電圧比較器10の反転入力端子に与えられる所定の電位よりも高い場合に論理レベル“H”の信号を出力し、入力された信号が所定の電位よりも低い場合に論理レベル“L”の信号を出力するように設定する。なお、比較電位となる上記所定の電位は、AM復調器に許容範囲内の過変調の入力信号が入力された場合に電圧比較器10から論理レベル“H”の信号が出力されないような値に設定される必要がある。

【0040】

電圧比較器10から出力された信号は、パルス発生器11に入力される。パルス発生器11は、入力された信号が論理レベル“H”を示す場合にのみパルスを発生する回路である。このパルス発生器11から出力されるパルスは、スイッチ12に入力される。スイッチ12は、入力された信号が論理レベル“H”を示す場合にオフとなる手段であり、例えば、APC検波回路2とAPCフィルタ3の間を接続する信号線上に配置され、スイッチ12のオフ状態において、PLL回路30の帰還ループを切断する。

【0041】

スイッチ12によってPLL回路30の帰還ループが切断されることにより、APC検波回路2の動作がリセットされ、再度、APC検波回路2の動作によっ

て新しい状態でPLLがロックされる。パルス発生器11から出力されるパルスは正しくロックされるまで発生し続けるので最終的に正しくロックするようになる。これにより、誤ったPLLのロックが持続される状態を回避することができる。

【0042】

なお、上述した例では、無信号電位よりも下側の波形検波、すなわち入力信号と 180° 位相のずれた検波信号で検波する場合について説明したが、無信号電位よりも上側の波形検波、すなわち入力信号と同位相の検波信号で検波する場合には、電圧比較器10の反転入力端子にAM検波回路1から出力される信号を入力し、非反転端子に適切な低い電位の比較電位を与える。

【0043】

以上に説明したとおり、実施の形態1にかかるAM復調器によれば、APC検波回路2において比較される二つの信号をそれぞれ2乗することによって、入力信号の位相またはVCOから出力される信号の位相が 180° ずれた場合であっても位相が反転しない検波信号を生成することができ、さらに、AM検波回路1によって検波された信号が過変調を示す所定の電位以上である場合にPLL回路30の帰還ループの動作を停止させるので、過変調時でも検波された結果が反転されてしまうのを防ぐことができ、より安定なAM復調を実現することができる。

【0044】

実施の形態2.

つぎに、実施の形態2にかかるAM復調器について説明する。実施の形態2にかかるAM復調器は、実施の形態1に示したAPC検波回路において、比較される二つの信号をそれぞれ4乗したことを特徴としており、その他の点は実施の形態1に説明したとおりである。

【0045】

図3は、実施の形態2にかかるAM復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図3において、図1と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図3において、図1と異なるのは、乗算器8および9に換えて、それ

ぞれ4乗回路13および14を設けている点である。

【0046】

実施の形態1で説明したように、ある周波数の信号に対して、2乗すれば180°位相のずれた信号も同位相になるのであるから、4乗した場合も、180°位相のずれた信号は同位相になり、それをAPC検波回路2によって比較すれば実施の形態1と同様に、過変調時でも反転することのないAM復調器を実現することができる。

【0047】

但し、4乗したものでAPC検波した場合は、ロックする位相関係が、元の信号で考えて、同位相のとき、90°差の時、180°差の時、270°差の時と4通りになってしまう。同位相のときおよび180°差の時は、実施の形態1と同じであるため、ここで、90°差の時の出力(vout90)および270°差の時の出力(vout270)を式で表わすと、

$$v_{out90} = \{V_c + V_s \times \cos\{\omega_S \times t\}\} \times V_0 \times \sin\{2 \times \omega_c \times t\} / 2$$

$$v_{out270} = -v_{out90}$$

となる。

【0048】

すなわち、90°差の時のAM検波回路1の出力(vout90)および270°差の時のAM検波回路1の出力(vout270)は、単に搬送波の周波数が2倍になった場合と同じであることがわかる。

【0049】

図4は、実施の形態2にかかるAM復調器において、AM検波回路1から出力される信号を説明するための説明図である。なお、図4(b)および(d)は、それぞれ図2(b)および(c)に対応するので、ここではその説明を省略する。また、図4(c)および(e)に示すように、位相差90°と位相差270°の場合には、PLL回路30によって正しくロックされないが、この場合も、無信号電位に対して理想とする出力と逆側に出力が現れるため、実施の形態1で用いた電圧比較器10、パルス発生器11およびスイッチ12を用いて、実施例1

と同様な原理で、最終的に正常にロックさせることができる。

【0050】

なお、上記した4乗回路に換えて、 $2n$ 乗回路 ($n = 1, 2, 3, \dots$) を用いても同様な効果が得られる。但し、 n が増えるたびにロックする点が増えてくるのでその時の波形を十分に考慮した上で、誤ロック時の検出をおこなう必要がある。

【0051】

以上に説明したとおり、実施の形態2にかかるAM復調器によれば、実施の形態1において説明した乗算器に換えて、入力信号またはVCO6から出力された信号を $2n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) 乗する $2n$ 乗回路を設けた場合にも、実施の形態1と同様な効果を享受することができる。

【0052】

実施の形態3.

つぎに、実施の形態3にかかるAM復調器について説明する。実施の形態1および2では、過変調時にPLLのループを遮断することによってリセットし、再度APC検波回路による動作をおこなって、最終的に正しい位相関係でロックすることを特徴としていたが、この方式では、正しくロックするか否かは確率的なものであり、必ずしも確実な正しいロックを保証するものではない。そこで、実施の形態3にかかるAM復調器は、APC検波回路を2つ設け、通常は一方のAPC検波回路を用いて、2乗した信号同士でAPC検波をおこない、正しくロックせずに出力が反転してしまった場合は、2乗しない従来どおりのそのままの信号でAPC検波をおこなうことを特徴としている。

【0053】

図5は、実施の形態3にかかるAM復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図5において、図1と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図5に示すAM復調器では、図1に示したパルス発生器11およびスイッチ12を排除し、AM復調器に入力された入力信号に対して $+45^\circ$ 位相をシフトさせる位相シフト回路17と、VCO6から出力された信号に対して -45° 位相をシフトさせる位相シフト回路18と、位相シフト回路17から出力さ

れた信号と位相シフト回路 1 8 から出力された信号とを入力して双方の位相を比較する APC 検波回路 1 5 と、電圧比較器 1 0 から出力された信号に応じて、APC 検波回路 2 と APC 検波回路 1 5 のいずれか一方の比較結果を APC フィルタ 3 へと入力させるスイッチ 1 6 とを設けている点が図 1 と異なる。

【 0 0 5 4 】

特に、図 5 において、APC 検波回路 2 は、電圧比較器 1 0 によって過変調状態が検出されていない場合に実施の形態 1 と同様の APC 検波をおこなう第 1 の APC 検波回路として機能し、APC 検波回路 1 5 は、電圧比較器 1 0 によって過変調状態が検出された場合に APC 検波をおこなう第 2 の APC 検波回路として機能する。

【 0 0 5 5 】

すなわち、PLL のロック時には APC 検波回路 1 5 を用いることにより、従来どおりのシステムと同様にして正常にロックさせる。正しくロックされれば、スイッチ 1 6 によって APC 検波回路 2 に切り替えられる。特に、APC 検波回路 1 5 が安定な状態、すなわち、APC 検波回路 1 5 への 2 入力の位相が 90° 差のときは、APC 検波回路 2 の 2 入力も 90° 差であるためにこちらも安定な状態である。したがって、スイッチ 1 6 によって APC 動作をおこなう系が切り替わっても、正常にロックした状態を保つことができる。

【 0 0 5 6 】

以上に説明したとおり、実施の形態 3 にかかる AM 復調器によれば、電圧比較器 1 0 において、過変調状態が検出された場合であっても、APC 動作を、APC 検波回路 2 から、従来どおりの比較対象信号（2 乗されていない信号）を入力する通常の APC 検波回路 1 5 に切り換えておこなうので、APC 動作、すなわち PLL 制御を遮断させることなく、確実に PLL のロックをおこなうことができる。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 4 .

つぎに、実施の形態 4 にかかる AM 復調器について説明する。実施の形態 4 にかかる AM 復調器は、実施の形態 3 に示した APC 検波回路において、第 1 の A

P C 検波回路によって比較される二つの信号をそれぞれ 4 乗したことを特徴としており、その他の点は実施の形態 3 に説明したとおりである。

【 0 0 5 8 】

図 6 は、実施の形態 4 にかかる A M 復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図 6 において、図 5 と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図 6 において、図 5 と異なるのは、乗算器 8 および 9 に換えて、それぞれ 4 乗回路 1 3 および 1 4 を設けている点である。

【 0 0 5 9 】

実施の形態 1 で説明したように 2 乗すれば 180° ずれた信号も同位相になるのであるから、4 乗した場合も、 180° ずれた信号は同位相になり、それを A P C 検波してやれば、実施の形態 3 と同様に、過変調時でも反転することのない A M 復調器を実現することができる。なお、4 乗した信号を用いて A P C 検波した場合に、ロックされる位相関係が、元の信号で考えて、同位相のとき、 90° 差の時、 180° 差の時、 270° 差の時と 4 通りになってしまうが、この点については実施の形態 2 で説明したのと同じ原理によって、正しくロックさせることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、4 乗回路に換えて $2n$ 乗回路 ($n = 1, 2, 3, \dots$) を用いた場合に同様な効果が得られる点についても実施の形態 2 において説明したとおりである。

【 0 0 6 1 】

以上に説明したとおり、実施の形態 4 にかかる A M 復調器によれば、実施の形態 3 において説明した乗算器に換えて、入力信号または V C O 6 から出力された信号を $2n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) 乗する $2n$ 乗回路を設けた場合にも、実施の形態 3 と同様な効果を享受することができる。

【 0 0 6 2 】

実施の形態 5.

つぎに、実施の形態 5 にかかる A M 復調器について説明する。実施の形態 5 にかかる A M 復調器は、実施の形態 3 において、2 乗された信号を比較対象として

A P C 検波をおこなう第 1 の A P C 検波回路の比較結果が常に A P C フィルタに入力され、正しくロックせずに出力が反転してしまった場合に、2 乗しない従来どおりのそのままの信号で A P C 検波をおこなう第 2 の A P C 検波回路の比較結果が A P C フィルタに入力されることを特徴としている。

【 0 0 6 3 】

図 7 は、実施の形態 5 にかかる A M 復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図 7 において、図 5 と共通する部分は同一の符号を付してその説明を省略する。図 7 に示す A M 復調器において、図 5 と異なるのは、スイッチ 1 6 を排除して、A P C 検波回路 2 から出力される信号が常に A P C フィルタ 3 に入力され、電圧比較器 1 0 から出力された信号に応じて、A P C 検波回路 1 5 の比較結果を A P C フィルタ 3 へと入力させるか否かを切り換えるスイッチ 1 9 を設けている点である。

【 0 0 6 4 】

すなわち、A P C 検波回路 2 は常に A P C 検波をおこなっており、A P C 検波回路 1 5 のみが、電圧比較器 1 0 とスイッチ 1 9 の動作によって、その比較結果が A P C フィルタ 3 に入力される。このとき、A P C 検波回路 1 5 の制御速度のほうが、A P C 検波回路 2 の制御速度よりも速くなるように、両回路を設計することで、過変調が検出された際に A P C 検波回路 1 5 のほうが優勢となり、A P C 検波回路 1 5 による正しい位相関係での P L L のロックが実施される。

【 0 0 6 5 】

以上に説明したとおり、実施の形態 5 にかかる A M 復調器によれば、常に A P C 検波回路 2 の比較結果が A P C フィルタ 3 に入力されるので、A P C 検波回路 2 による P L L 動作によって A P C フィルタ 3 の電位が安定し、A M 復調器に過変調の入力信号が入力された際には、その A P C フィルタ 3 の電位に A P C 検波回路 1 5 から出力された比較結果による電位が重畳されるだけなので、上述した実施の形態 3 のようにスイッチ 1 6 によって A P C 検波回路そのものを切り換えることで A P C フィルタ 3 の電位が揺れ、その結果、出力に悪影響を及ぼしてしまうといった危険性がなくなり、よりスムーズで安定した P L L 動作を実現することができる。

【 0 0 6 6 】

実施の形態 6.

つぎに、実施の形態 6 にかかる AM 復調器について説明する。実施の形態 6 にかかる AM 復調器は、実施の形態 5 に示した APC 検波回路において、第 1 の APC 検波回路によって比較される二つの信号をそれぞれ 4 乗したことを特徴としており、その他の点は実施の形態 5 に説明したとおりである。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、実施の形態 6 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図 8 において、図 7 と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図 8 において、図 7 と異なるのは、乗算器 8 および 9 に換えて、それぞれ 4 乗回路 1 3 および 1 4 を設けている点である。

【 0 0 6 8 】

実施の形態 1 で説明したように 2 乗すれば 180° ずれた信号も同位相になるのであるから、4 乗した場合も、 180° ずれた信号は同位相になり、それを APC 検波してやれば、実施の形態 5 と同様に、過変調時でも反転することのない AM 復調器を実現することができる。なお、4 乗した信号を用いて APC 検波した場合に、ロックされる位相関係が、元の信号で考えて、同位相のとき、 90° 差の時、 180° 差の時、 270° 差の時と 4 通りになってしまうが、この点については実施の形態 2 で説明したのと同じ原理によって、正しくロックさせることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、4 乗回路に換えて $2n$ 乗回路 ($n = 1, 2, 3, \dots$) を用いた場合に同様な効果が得られる点についても実施の形態 2 において説明したとおりである。

【 0 0 7 0 】

以上に説明したとおり、実施の形態 6 にかかる AM 復調器によれば、実施の形態 5 において説明した乗算器に換えて、入力信号または VCO 6 から出力された信号を $2n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) 乗する $2n$ 乗回路を設けた場合にも、実施の形態 5 と同様な効果を享受することができる。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 7.

つぎに、実施の形態 7 にかかる AM 復調器について説明する。実施の形態 7 にかかる AM 復調器は、実施の形態 5 において、乗算器に入力する信号をそれぞれ異なる位相の分だけシフトさせた信号とすることを特徴としている。

【 0 0 7 2 】

図 9 は、実施の形態 7 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。なお、図 9 において、図 7 と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図 9 に示す AM 復調器において、図 7 と異なるのは、AM 復調器に入力された入力信号に対して -45° 位相をシフトさせる位相シフト回路 20 と、同じ入力信号に対して $+45^\circ$ 位相をシフトさせる位相シフト回路 21 と、VCO 6 から出力された信号に対して -45° 位相をシフトさせる位相シフト回路 22 と、VCO 6 から出力された信号に対して $+45^\circ$ 位相をシフトさせる位相シフト回路 23 とを設けている点である。

【 0 0 7 3 】

実施の形態 5 では、乗算器 8 および 9 にそれぞれ入力される 2 つの信号は、同位相であるため、入力される信号を $\cos A$ とすると、その信号を 2 乗した結果は、

$$\cos A \times \cos A = 1/2 + 1/2 \times \cos 2A$$

となり、第一項が示すように DC 成分の変動を有している。

【 0 0 7 4 】

この DC 成分の変動は、VCO 6 の制御電位に揺らぎを与えて、出力に悪影響を与える可能性がある。そこで、実施の形態 7 にかかる AM 復調器では、これを防ぐために、位相シフト回路 20、21、22 および 23 を用いて、乗算器 8 および 9 にそれぞれ入力される 2 つの信号の位相差を 90° にしている。このようにすると、乗算器 8 および 9 の出力は、

$$\cos A \times \cos \{A + 90^\circ\} = 1/2 \times \sin 2A$$

となり、結果的に、DC 成分の変動をなくすることができる。

【 0 0 7 5 】

なお、図 9 に示した例では、図 7 に示した構成に対して、位相シフト回路 2 0、2 1、2 2 および 2 3 を付加した構成を例に挙げたが、図 1 および図 5 に示した構成に対しても、同様に適用することができる。

【0076】

以上に説明したとおり、実施の形態 7 にかかる AM 復調器によれば、乗算器に入力する 2 つの信号を位相差が 90° となるようにシフトさせているので、乗算器 8 および 9 の出力における直流成分の変動を排除することができ、結果的に、より安定な PLL 動作を実現することができる。

【0077】

【発明の効果】

以上、説明したとおり、この発明によれば、入力信号と電圧制御発振器の出力とをそのまま用いて APC 検波をしていたのを、 $2n$ 乗して APC 検波することによって、 180° ずれた信号が同位相となり過変調時に入力信号が 180° ずれたとしてもこれに追従することがなくなり、過変調時の出力の反転をなくすことができ、より安定な AM 復調をおこなうことが可能になるという効果を奏する。

【0078】

つぎの発明によれば、過変調の検出時に、位相ロックループを遮断することなく、他方の従来どおりの APC 検波によって位相ロックループを維持することができ、より安定な AM 復調をおこなうことが可能になるという効果を奏する。

【0079】

つぎの発明によれば、過変調の検出時に、位相ロックループを遮断することなく、それまで持続していた位相ロックループを保持したまま、他方の従来どおりの APC 検波によって位相ロックループへと切り換えることができ、より安定な AM 復調をおこなうことが可能になるという効果を奏する。

【0080】

つぎの発明によれば、乗算することによって生じる直流成分を排除することができ、結果的に、より安定な AM 復調を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】 実施の形態 1 にかかる AM 復調器において、AM 検波回路から出力される信号を説明するための説明図である。

【図 3】 実施の形態 2 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 4】 実施の形態 2 にかかる AM 復調器において、AM 検波回路から出力される信号を説明するための説明図である。

【図 5】 実施の形態 3 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 6】 実施の形態 4 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 7】 実施の形態 5 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 8】 実施の形態 6 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 9】 実施の形態 7 にかかる AM 復調器の概略構成を示すブロック図である。

【図 10】 従来の AM 復調器の一例の概略構成を示すブロック図である。

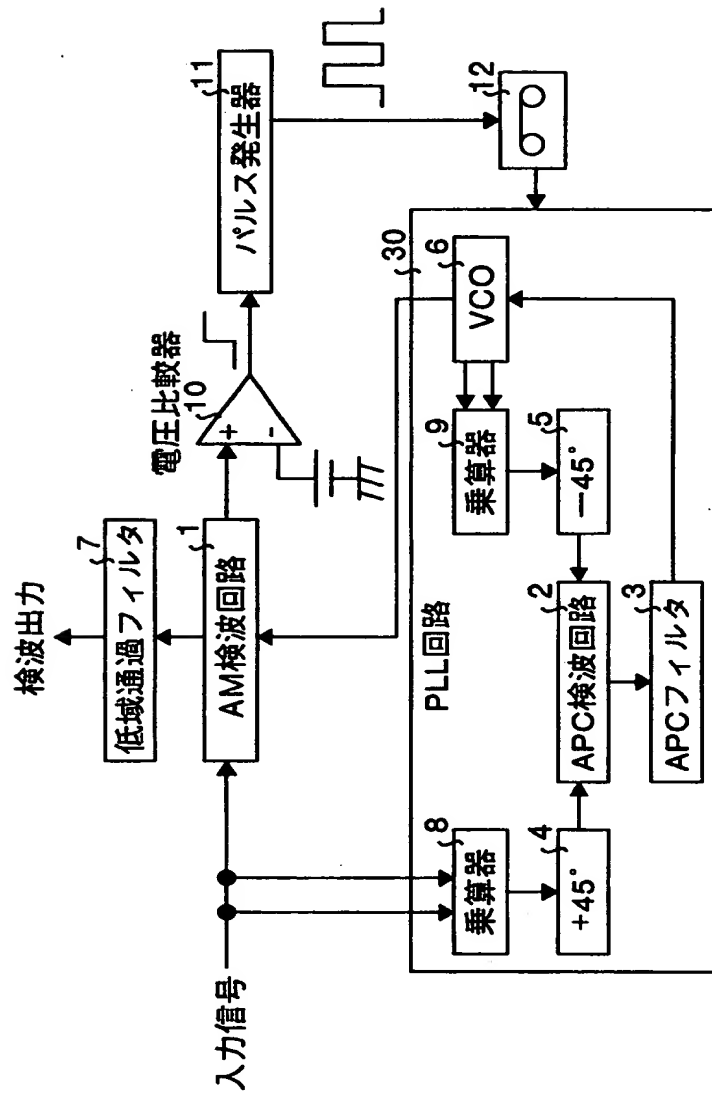
【図 11】 過変調時に生じる出力の反転を説明するための説明図である。

【符号の説明】

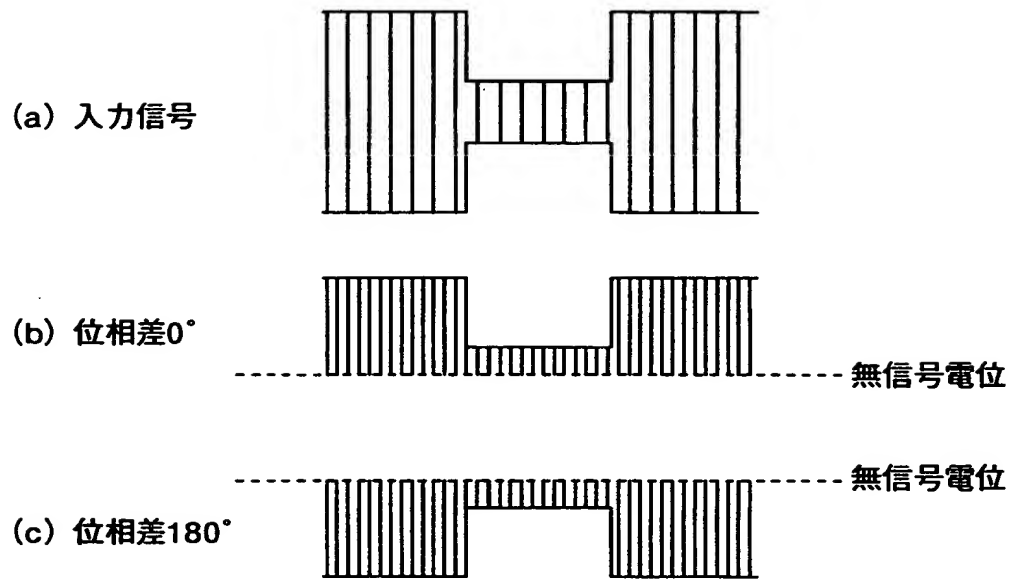
1 AM 検波回路、2, 15 APC 検波回路、3 APC フィルタ、4, 5, 17, 18, 20, 21, 22, 23 位相シフト回路、6 VCO、7 低域通過フィルタ、8, 9 乗算器、10 電圧比較器、11 パルス発生器、12, 16, 19 スイッチ、13, 14 4 乗回路、30 PLL 回路。

【書類名】 図面

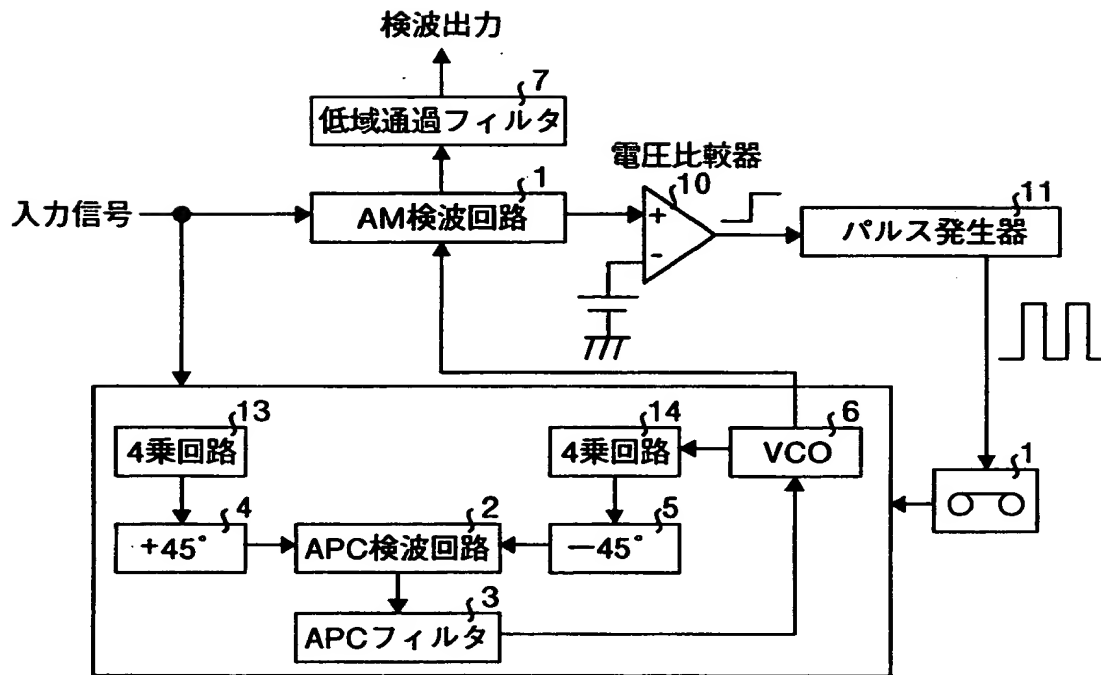
【図 1】



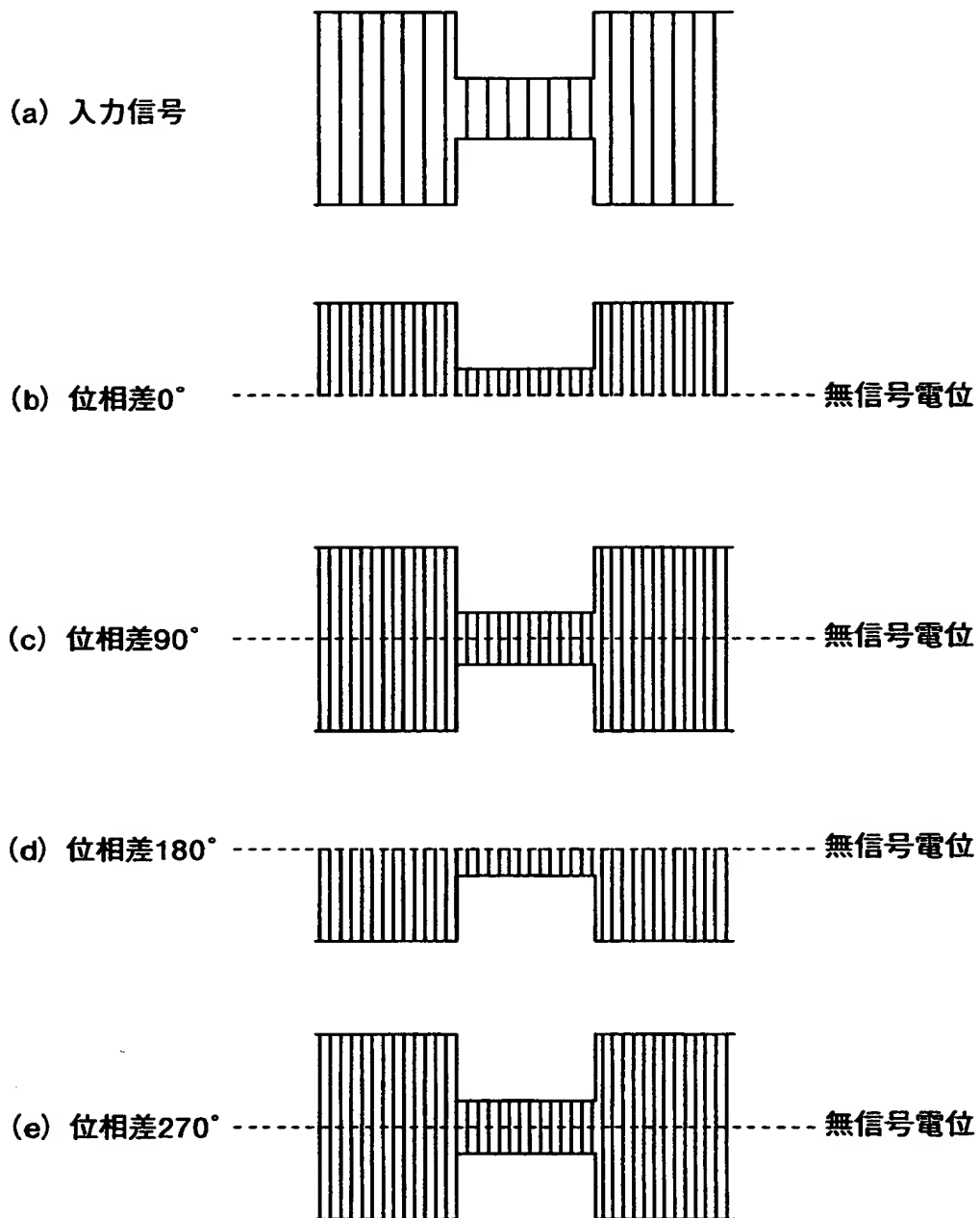
【図 2】



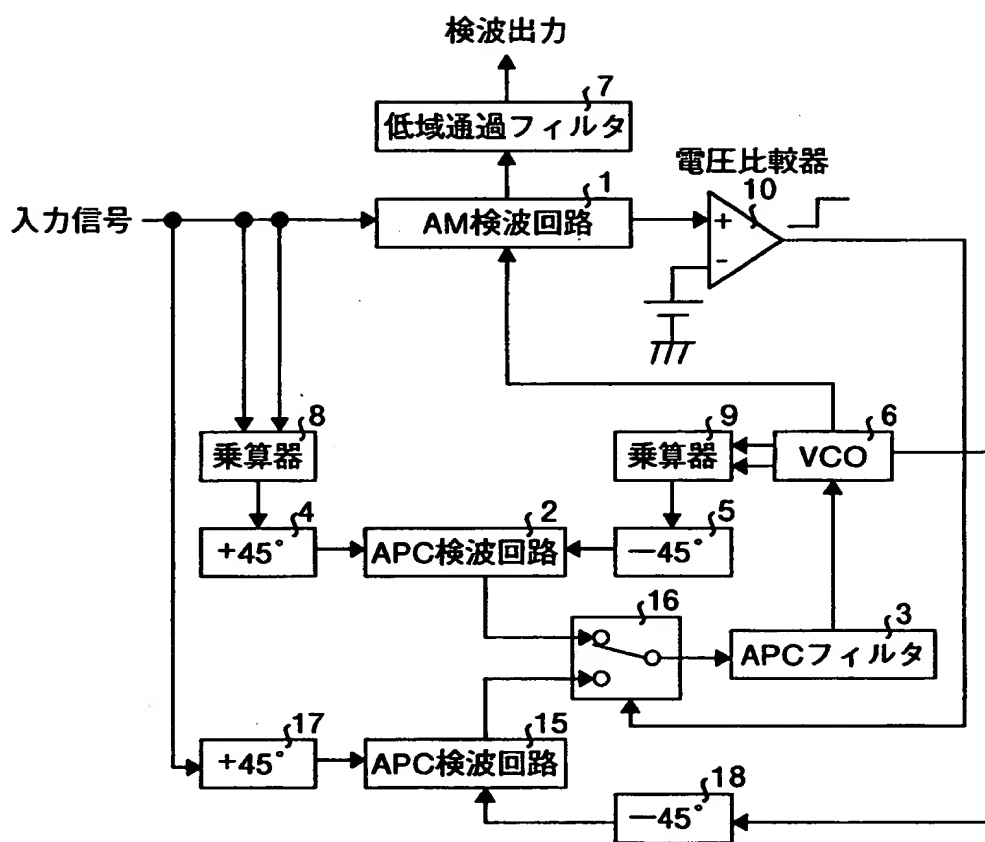
【図 3】



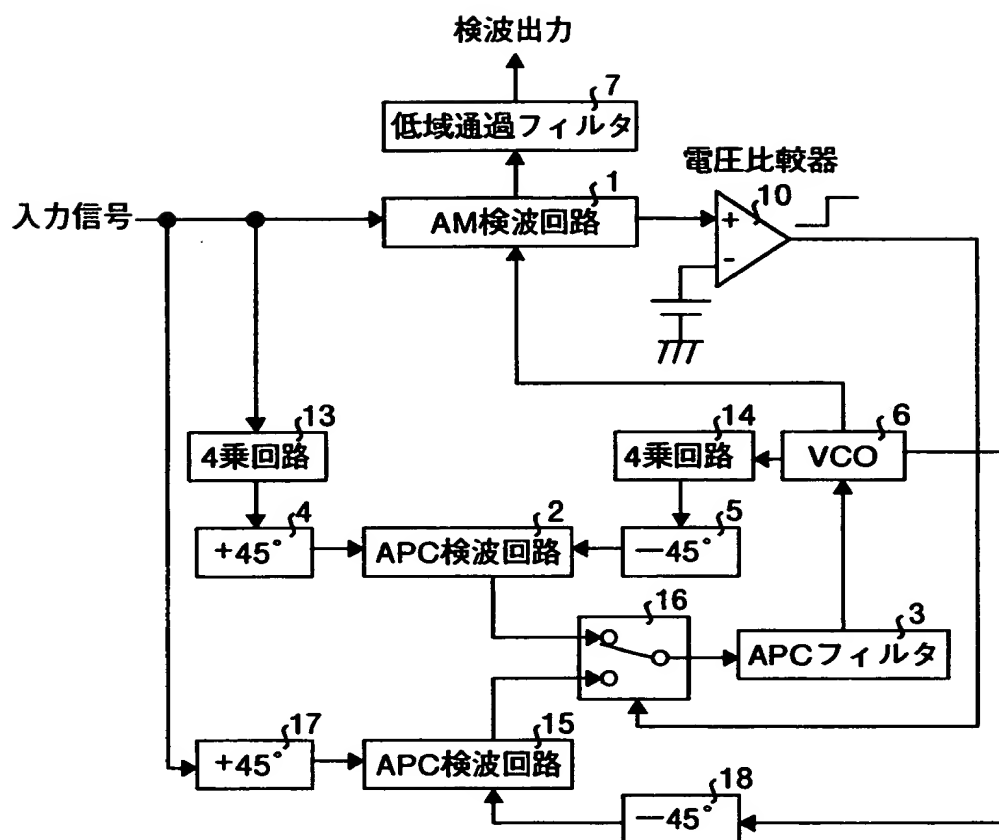
【図 4】



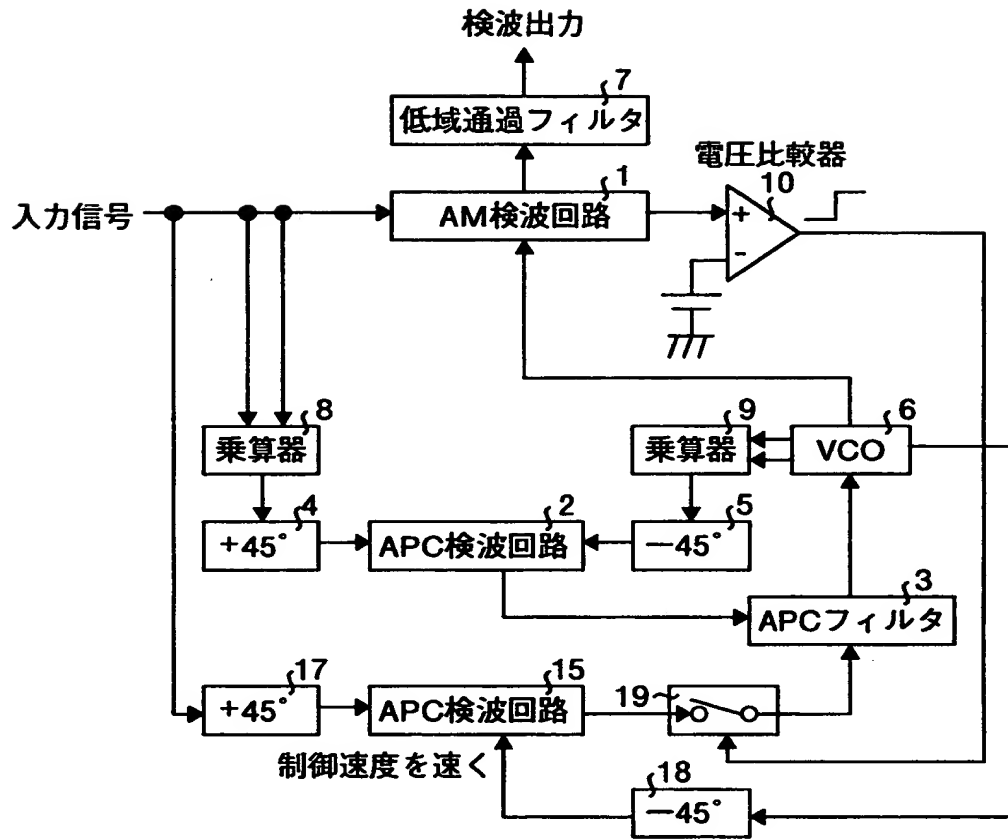
【図 5】



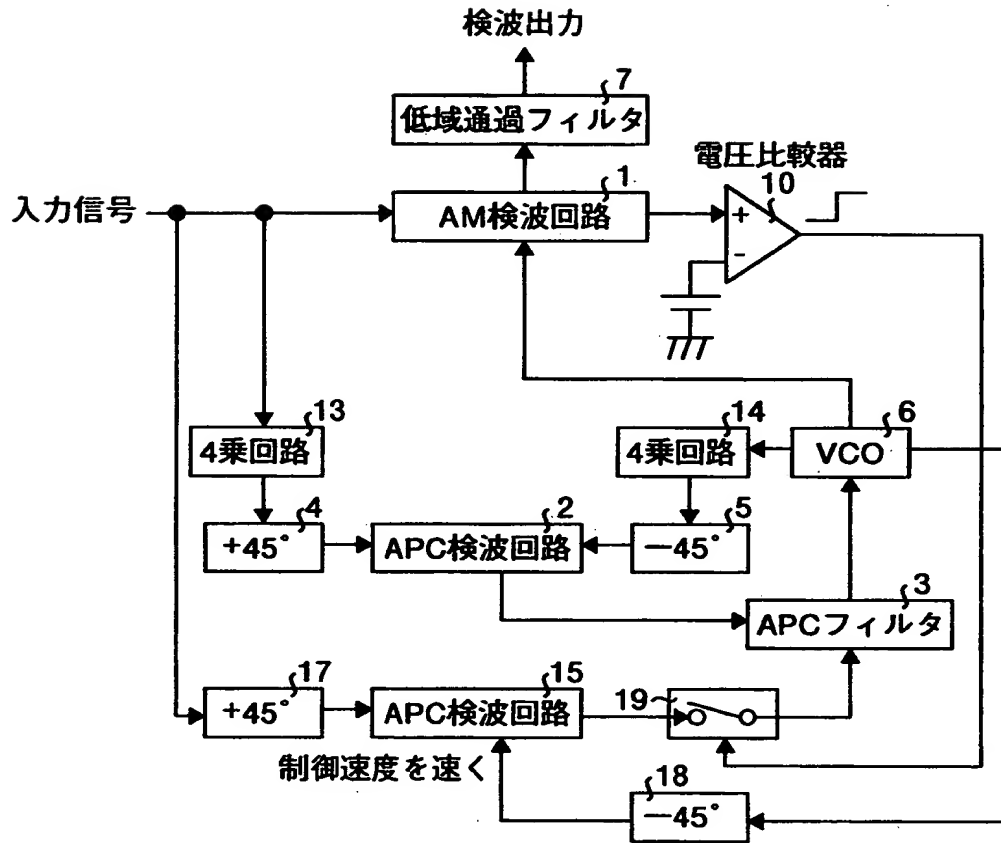
【図 6】



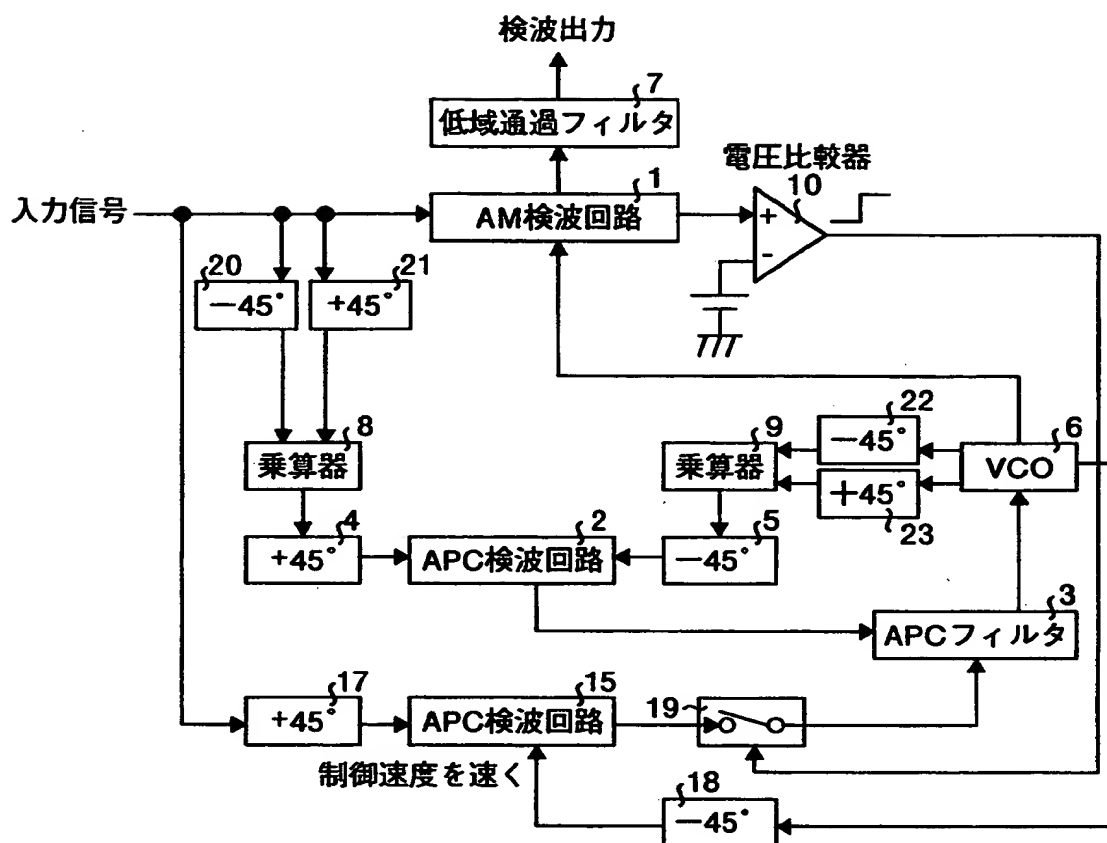
【図 7】



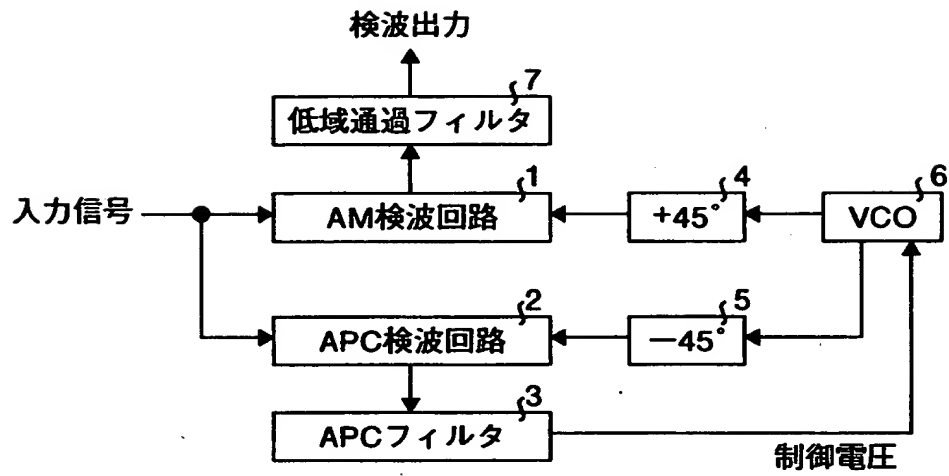
【図 8】



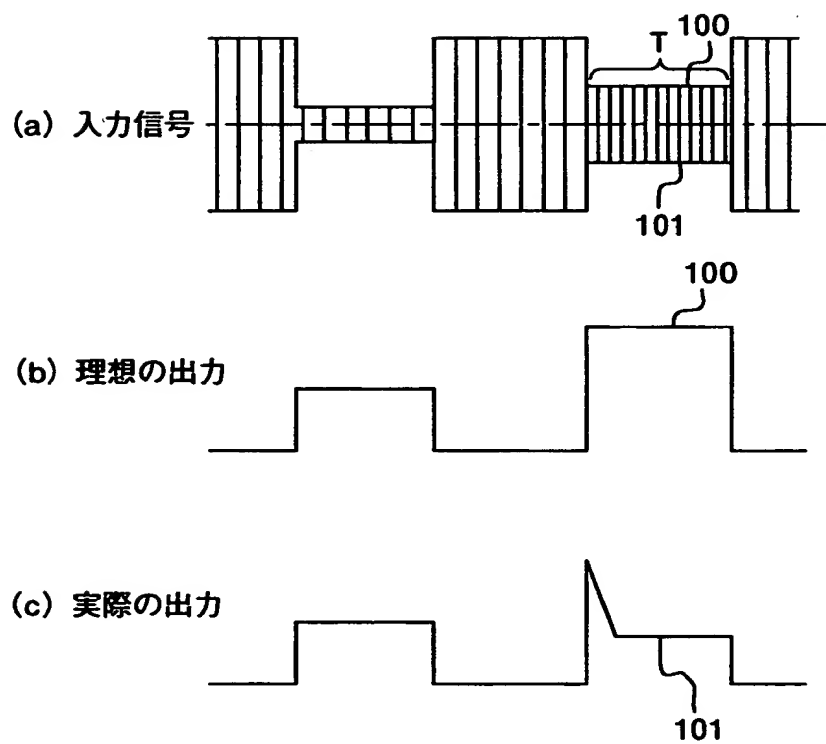
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 過変調時の入力信号に対しても、A P C 検波回路 2 による動作を停止させることなく、検波出力の反転が起こらない A M 復調器を得ること。

【解決手段】 A P C 検波回路 2 において比較される二つの信号をそれぞれ 2 乗することで、入力信号の位相または V C O 6 から出力される信号の位相が 1 8 0 ° ずれた場合であっても A P C 検波回路 2 の比較結果にその位相ずれの影響を与えない。また、A M 検波回路 1 によって検波された信号が過変調を示す所定の電位範囲である場合に P L L 回路 3 0 の動作をリセットする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社